

Elektronischer Positivfournisseur

25 Die Erfindung betrifft ein Fadenliefergerät, das insbesondere zur Positivlieferung von Fäden an Strickmaschinen, z.B. Rundstrickmaschinen, geeignet ist.

Bei Strickmaschinen wie auch Rundstrickmaschinen wird  
30 die Maschengröße der von den einzelnen Stricksystemen zu erzeugenden Maschen durch präzise Zumessung der einzelnen, zu den Strickstellen laufenden Fäden eingestellt. Dieses Prinzip ist zum Stricken von glatter Ware mittels mechanisch angetriebener Fournisseure gut etabliert. Dabei wurde  
35 schon frühzeitig nach einem elektrischen oder elektroni-

schen Ersatz für die starre mechanische Kopplung zwischen Fadenliefergerät und Strickmaschine gesucht.

Beispielsweise offenbart die US-PS 3 858 416 eine  
5 Strickmaschine mit einem elektrischen Fournisseur, der alternativ spannungsgeregelt oder synchron zum Hauptzylinder der Strickmaschine betrieben werden kann. Zur Ausführung letzterer Betriebsart ist an dem Hauptantrieb der Strickmaschine ein magnetischer oder sonstiger Sensor vorgesehen,  
10 der eine Impulsfolge erzeugt, deren Frequenz der Geschwindigkeit der Strickmaschine entspricht. Ein Frequenz/Spannungs-Wandler wandelt diese Impulse in eine Spannung um, die dann die Arbeitsgeschwindigkeit der Strickmaschine kennzeichnet.

15

Der das Fadenliefergerät antreibende Motor steht mit einem Tachogenerator in Verbindung, der ebenfalls an einen Frequenz/Spannungs-Wandler angeschlossen ist, um eine die Drehzahl des Motors kennzeichnende Spannung zu liefern.  
20 Eine Vergleichschaltung vergleicht die von beiden Frequenz/Spannungs-Wandlern gelieferten Spannungen und steuert den Motor des Fournisseurs dementsprechend an.

Bei solchen Anordnungen kann es grundsätzlich zu vor-  
25 über gehenden Abweichungen zwischen Solllieferungen und Istlieferungen kommen, die die Qualität des Gestricks beeinflussen.

Es ist auf verschiedene Weise versucht worden, Faden-  
30 lieferräder elektrisch anzutreiben. Beispielsweise offenbart die DE 38 24 034 C1 den Antrieb eines Fadenlieferrads mit einem Schrittmotor.

Schrittmotoren können nicht beliebig ein- und ausgeschaltet werden. Vielmehr muss beim Hochfahren wie beim Herunterfahren ein bestimmtes Betriebsregime eingehalten werden, damit es nicht zu Schrittfehlern kommt.

5

Aus der DE 15 74 430 gehen weitere Bemühungen hervor, band- oder streifenförmiges Material, insbesondere auch Fäden, mit vorgegebener Geschwindigkeit an eine Verbrauchsstelle zu liefern. Dazu ist ein elektrischer Antriebsmotor vorgesehen, dessen Welle mit einem Lieferrad verbunden ist. Eine Kupplungseinrichtung gestattet dabei das willkürliche An- und Abkuppeln des Lieferrads von dem Antriebsmotor. Das Lieferrad dient als Drehzahlmesser. Vor und nach dem Lieferrad sind Spannungsmesser angeordnet. In einer Einrichtungsbetriebsart wird das Fadenlieferrad von der Motorwelle abgekuppelt und die sich einstellende Drehzahl des Fadenlieferrads wird registriert, um für späteren Betrieb des Motors zugrunde gelegt zu werden.

Zur Einnahme der Einrichtungsbetriebsart ist die Aktivierung der Kupplung erforderlich. Auch wirken im Fadenlaufweg vorhandene Widerstände bremsend auf den Faden ein. Im Fall von Strickmaschinen ist die sich dadurch einstellende Fadenmenge somit vom Zufall beeinflusst. Die Kupplung weist ein Massenträgheitsmoment auf, das zu dem Massenträgheitsmoment des Fadenlieferrads und des Motors hinzukommt.

Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Fadenliefergerät zu schaffen, das insbesondere für Strickmaschinen, insbesondere Strickmaschinen mit wechselndem Fadenbedarf geeignet ist, und eine hohe Lieferqualität gestattet.

Diese Aufgabe wird mit dem Fadenliefergerät nach Anspruch 1 gelöst:

Das erfindungsgemäße Fadenliefergerät weist ein starr  
5 mit einem Elektromotor verbundenes Fadenlieferrad auf, das einen gegebenen Durchmesser aufweist. Das Fadenlieferrad kann dabei sowohl einen runden als auch einen polygonalen Querschnitt aufweisen. Beispielsweise kann es durch einen Stabkäfig gebildet sein. Eine Alternative ist ein einstü-  
10 ckiges, aus Blech tiefgezogenes Fadenlieferrad, dessen Umfang z.B. mit Längsrippen versehen ist, so dass es die äußere Kontur eines Stabkäfigs nachahmt. Auch andere Fadenlieferräder sind möglich. Es kann von einem am gesamten Umfang anliegenden Wickel umschlungen sein. Der Wickel kann  
15 auch nur einen Teil des Lieferradumfangs berühren und z.B. über (feste oder bewegliche) Abhebestifte geführt sein. Außerdem ist ein drehfest mit dem Fadenlieferrad verbundener Winkelgeber vorgesehen, der in jede Drehposition des Fadenlieferrads kennzeichnendes Signal erzeugt. Wesentlich  
20 dabei ist eine hohe Winkelauflösung, die zumindest so groß ist, dass das Verhältnis zwischen der Schrittzahl des Winkelgebers und dem Durchmesser des Fadenlieferrads größer als Drei pro Millimeter ist. Mit Winkelauflösungen oberhalb dieses Grenzwerts lässt sich das Fadenlieferrad so genau  
25 positionieren, dass in allen wesentlichen Betriebszuständen der Strickmaschine Synchronlauf zwischen den Fadenlieferrädern und der Strickmaschine erreicht wird. Wenn die Winkelauflösung des Winkelgebers größer als der genannte Wert ist und wenn die Drehposition des Motors in einer Positions-  
30 regelschleife dementsprechend eingestellt wird, lässt sich eine Strickmaschine mit elektronischem Positivfournisseur anfahren sowie stillsetzen, ohne dass die sonst zu befürchtenden Standreihen gebildet werden. Unter Standreihen wer-

den Maschenzeilen verstanden, deren Maschen eine andere Größe als die übrigen Maschen des Gestricks aufweisen.

Der Winkelgeber ist vorzugsweise mit der Welle des  
5 Motors verbunden, wobei bei einer bevorzugten Ausführungs-  
form eine durch den Motor durchgehende Welle vorgesehen  
ist, an deren einen Ende das Fadenlieferrad und an deren  
anderen Ende der Winkelgeber angeordnet ist. Der Winkel-  
geber ist vorzugsweise ein inkrementaler Geber mit einer  
10 hohen Inkrementzahl. Bei einem Durchmesser von 40 mm weist  
der Winkelgeber mindestens 120 Schritte, d.h. eine Winkel-  
auflösung von mindestens 3° auf. Bevorzugt werden Ausfüh-  
rungsformen, bei denen das Verhältnis  $s/d$  (Schrittzahl zum  
Lieferraddurchmesser) größer als Fünf ist. (Unter „Schritt-  
15 zahl“ wird die Anzahl von Schritten verstanden, die mit dem  
Winkelgeber in einer Umdrehung unterscheidbar sind.) In  
einem solchen Fall löst der inkrementale Geber mehr als 200  
Schritte pro Lieferradumdrehung auf. Dies entspricht einer  
Auflösung von zumindest 1,8° oder besser. Im bevorzugten  
20 Fall ist  $s/d$  größer als 5,24. Es werden damit unabhängig  
von dem jeweiligen Fadenlieferraddurchmesser von der Posi-  
tionsregelschleife Liefergenauigkeiten hinsichtlich der  
Fadenlieferung erhalten, bei denen Lieferabweichungen klei-  
ner als 0,6 mm sind. Dies ergibt fehlerlose Gestricke auch  
25 wenn die Strickmaschine ihre Arbeitsgeschwindigkeit ändert,  
z.B. anhält oder startet.

Mit dem präzisen hoch auflösenden Winkelgeber wird  
somit ein elektronischer Positivfournisseur geschaffen, der  
30 nicht nur präzise liefert sondern darüber hinaus fernsteu-  
erbar ist. Beispielsweise kann er bei der Erzeugung gemus-  
terter Gestricke gezielt ein- und ausgeschaltet werden.  
Damit macht der erfindungsgemäße elektronische Positivfour-  
nisseur bisher für diesen Zweck verwendete Friktionsfour-

nisseure überflüssig. Er ermöglicht damit eine bessere Kontrolle der Maschengröße bei der Erzeugung gemusterter Ware. Bevorzugterweise erhält der elektronische Positivfournisseur als Ansteuersignal eine Impulsfolge, wobei jeder Impuls einem Winkelschritt des Fadenliefererrads entspricht. Der Winkelschritt entspricht beispielsweise einem Winkelschritt entsprechend der Winkelauflösung des Positionsgebers. Er ist vorzugsweise so groß bemessen, dass er einer Fadenliefererstrecke von 1 mm, vorzugsweise 0,6 mm, entspricht. Mit jedem Impuls, den das Fadenliefergerät empfängt, dreht es das Fadenliefererrad um eine Fadenlänge von 0,6 mm weiter. Auf diese Weise ist eine fortwährende Kontrolle der Liefermenge entsprechend der Drehung des Hauptzylinders der Strickmaschine möglich. Der positionsgeregelte Fournisseur verhält sich virtuell wie ein schrittmotorgetriebener Fournisseur, wobei seine Positionsregelschleife das Anfallen von Schrittfehlern verhindert.

Das Fadenliefergerät kann vorzugsweise einen Positionsregler beherbergen, der die durch den Winkelgeber exakt erfasste Winkelposition des Fadenliefererrads zu jedem Zeitpunkt mit einem Sollsignal vergleicht und Abweichungen ausregelt. Der Positionsregler kann bei einer erweiterten Ausführungsform auch Teil eines Zugspannungsreglers sein. In diesem Fall ist dann zusätzlich ein Fadenspannungssensor vorgesehen, der die Istspannung des Fadens erfasst. Weicht diese von einem vorgegebenen Sollspannungswert ab, werden entsprechende Positioniersignale erzeugt, die der Positionsregler dann umsetzt. Der Spannungsregler ist dabei vorzugsweise als PD-Regler mit Störgrößenaufschaltung ausgebildet. Dies bedeutet, dass der Regler einen proportionalverstärkenden Anteil („P“) sowie einen differenzierenden Anteil („D“) aufweist. Aus der erfassten Fadenspannung, der aktuellen Liefergeschwindigkeit und ggf. den Motorströmen

wird eine Korrekturgröße ermittelt, die mit dem Soll-Spannungswert verknüpft wird, um diesen so zu korrigieren, dass von dem Regler verursachte bleibende Regelabweichungen verschwinden.

5

In einer Weiterbildung weist das erfindungsgemäße Fadenliefergerät eine erste Betriebsart auf, in der es je nach Ausführungsform spannungsgeregelt oder positionsgeregelt als Positivfournisseur arbeitet. In einer zusätzlichen

10 Betriebsart, die als Schleppbetriebsart bezeichnet werden kann, wird der Strom des Elektromotors so weit reduziert, dass dieser keine aktive Fadenförderung mehr bewirkt. Der Motorstrom wird dabei so eingestellt, dass alle etwaigen Rastmomente des Elektromotors überwunden werden und kein

15 Antriebsmoment oder allenfalls ein Antriebsmoment erzeugt wird das nicht ausreicht, um den Faden zu fördern. Aus Sicht der fadenabnehmenden Maschine ist in diesem Betriebszustand kein Positivfournisseur vorhanden. Vielmehr muss sich die fadenverbrauchende Maschine den Faden von einer

20 Fadenquelle, beispielsweise einem Spulengatter holen. Das Antriebsmoment des Elektromotors ist dabei höchstens so groß, dass dieser Vorgang erleichtert wird. Die Kraft zum Abziehen des Fadens von dem Spulengatter wird dabei nur teilweise von dem Fournisseur aufgebracht. Damit ist das

25 Fadenlieferrad virtuell von der Motorwelle abgekuppelt, zumindest insoweit als es keine Förderung bewirkt. Die fadenverbrauchende Maschine bzw. deren Stricksystem können sich den Faden mit geringem Widerstand holen. Eine an den Elektromotor bzw. den inkrementalen Geber angeschlossene

30 Schaltung kann die geholte Fadenmenge präzise erfassen und für den weiteren Betrieb des Fadenliefergeräts in Positivlieferart zugrunde legen.

Einzelheiten vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Zeichnung, der Beschreibung oder von Ansprüchen. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung veranschaulicht. Es zeigen:

- 5
- Figur 1      mehrere elektronische positionsgeregelte Fournisseure und deren Anschluss an eine zentrale Steuerung in schematisierter Darstellung,
- 10    Figur 2      die Fournisseure ausgebildet als spannungsgeregelte Fournisseure, angeschlossen an eine zentrale Steuereinrichtung in schematisierter Darstellung,
- 15    Figur 3      die Fournisseure gemäß Figur 1 mit einer zusätzlichen Schleppbetriebsart, angeschlossen an eine zentrale Steuerung in schematisierter Darstellung,
- 20    Figur 4      einen Winkelgeber eines Fournisseurs in schematisierter Darstellung,
- Figur 5      Ausgangssignale des Winkelgebers nach Figur 4,
- 25    Figur 6      eine alternative Ausführungsform eines Winkelgebers in schematisierter Darstellung,
- Figur 7      einen spannungsgeregelten Fournisseur mit Störgrößenaufschaltung in schematisierter Darstellung und
- 30
- Figur 8      einen abgewandelten Winkelgeber in schematisierter perspektivischer Darstellung.



In Figur 1 ist eine Gruppe von Fadenliefergeräten 1, 2, 3 veranschaulicht, die an eine zentrale Steuereinrichtung 4 angeschlossen sind. Die Steuereinrichtung 4 kann eine zentrale Steuereinrichtung sein, sie kann zu einer Strickmaschine gehören, eine separate Einrichtung sein oder in einem der Fadenliefergeräte 1, 2, 3 untergebracht sein. Lediglich beispielhaft sind drei Fadenliefergeräte 1, 2, 3 veranschaulicht. Bedarfsweise kann jedoch auch lediglich ein einziges Fadenliefergerät 1 oder eine größere Gruppe von Fadenliefergeräten vorgesehen werden.

Die Anzahl der Fadenliefergeräte 1, 2, 3 entspricht der Anzahl der an eine fadenverbrauchende Maschine, wie beispielsweise eine Rundstrickmaschine, zu liefernden Fäden und somit der Anzahl der Strickstellen. Sie sind untereinander im Wesentlichen gleich aufgebaut. Die nachfolgende Beschreibung des Fadenliefergeräts 1 gilt somit stellvertretend für die übrigen Fadenliefergeräte 2, 3 sowie eventuelle weitere, nicht veranschaulichte Fadenliefergeräte.

Das Fadenliefergerät 1 weist ein Fadenlieferrad 5 auf, das beispielsweise durch ein tiefgezogenes Blechteil gebildet ist. Es kann oben und unten jeweils mit einem ausgestellten Rand 6, 7 versehen sein, die einen Fadeneinlaufbereich und einen Fadenauslaufbereich bilden. Ein dazwischen angeordneter Fadenspeicherbereich kann mit Rippen 8 versehen sein. Vor und hinter dem Fadenlieferrad 5 sind Fadenleitmittel, wie beispielsweise eine Fadeneinlauföse, eine Fadenauslauföse, eine Fadenbremse, ein Knotenfänger und dergleichen angeordnet. Außerdem können bedarfsweise Fadenfühlhebel oder sonstige Fadenüberwachungseinrichtungen vorgesehen sein.

Das Fadenlieferrad 5 ist von einem Faden in zumindest einer, vorzugsweise mehreren Windungen 11 umschlungen. Der so gebildete Wickel 11 umfasst wenigstens einen, vorzugsweise aber mehrere Windungen 12. Bei einer Drehung des Fadenlieferrads 5, läuft der Faden 9 an dem oberen Rand 6 auf den Speicherbereich des Fadenlieferrads, bildet dabei nebeneinander liegende Windungen und schiebt dadurch den Wickel 11 axial nach unten. Das Fadenlieferrad 5 kann eine leichte Konizität aufweisen, um diesen Vorgang zu erleichtern. Bei laufendem Fadenlieferrad 5 ist der Wickel 11 somit auf dem Fadenlieferrad 5 ständig in Bewegung.

Das Fadenlieferrad 5 ist mit einer Welle 13 verbunden, die zu einem Elektromotor 14 gehört. Die Verbindung ist drehfest und vorzugsweise nicht durch betriebsmäßig ansteuerbare Mittel, wie Kupplungen oder dergleichen, auflösbar. Der Elektromotor 14 ist vorzugsweise ein bürstenloser Gleichstrommotor mit geringem Massenträgheitsmoment, wie beispielsweise ein Glockenläufermotor, ein Scheibenläufermotor oder dergleichen. Bei geringeren Dynamikanforderungen kann auch ein sonstiger Motor, wie beispielsweise ein bürstenloser Gleichstrommotor, ein Synchronmotor oder dergleichen verwendet werden. Im Fall eines bürstenlosen Gleichstrommotors enthält der Elektromotor 14 Hallsensoren zur Positionserfassung seines Ankers z.B. gemäß Figur 8 und entsprechende elektronische Schalter zur Bestromung der Statorwicklungen entsprechend dem Drehwinkel des z.B. permanentmagnetisch erregten Rotors. Bei einem solchen Motor entspricht das von dem Elektromotor 14 an der Welle 13 erzeugte Drehmoment dem über eine Zuleitung 15 zugeführten Betriebsstrom.

Die Welle 13 ist entweder in dem Bereich zwischen dem Elektromotor 14 und dem Fadenlieferrad 5 oder alternativ an

ihrem von dem Fadenlieferrad 5 abliegenden, aus dem Elektromotor 14 heraus ragenden Ende 16 mit einem Winkelgeber 17 verbunden, der vorzugsweise als inkrementaler Geber oder als analoger Geber mit hoher Auflösung ausgebildet ist.

- 5 Seine Schrittzahl  $s$  ist die Zahl der Schritte, die eine einzige volle Umdrehung der Welle 13 ergeben. Der Winkelgeber 17 weist dabei vorzugsweise zumindest eine solche Schrittzahl  $s$  auf, dass das Verhältnis zwischen der Schrittzahl  $s$  und dem Durchmesser  $d$  der Windungen 12 größer  
10 als drei, vorzugsweise größer als fünf, ist. Damit ist der bei der Erfassung der Drehposition des Fadenlieferrads 5 auftretende Fehler unterhalb einer Grenze, die auch bei besonders harten (unelastischen) Fäden Spuren im Gestrick hervorrufen könnte.

15

- Der Aufbau des Winkelgebers 17 geht beispielhaft aus Figur 4 hervor. Er wird hier durch einen Resolver gebildet, der einen Anker mit einer Ankerspule 18 aufweist, deren Längsachse quer zu seiner Drehachse steht. Die Drehachse  
20 steht in Figur 4 senkrecht auf der Zeichenebene. Die Ankerspule 18 ist mit einer Speisespule 19 verbunden, die axial orientiert ist und über eine ruhende, nicht weiter veranschaulichte äußere Spule ein Wechselspannungserregungssignal erhält. Zwei mit ihren Spulenachsen radial orientierte,  
25 um  $90^\circ$  versetzte Statorspulen 21, 22 erfassen das von der Ankerspule 18 erzeugte Wechselfeld. Es ergeben sich die in Figur 5 veranschaulichten Signalverläufe. Entsprechend der Position der Ankerspule 8 nehmen die Amplituden der in den Statorspulen 21, 22 erzeugten Spannungen sinusförmig bzw.  
30 cosinusförmig zu oder ab. Beispielsweise wird bei einem Drehwinkel  $P$  in der Statorspule 21 eine positive Spannung  $U_1$  und in der Statorspule 22 eine negative Spannung  $U_2$  induziert. Über die Arcus-sinus- bzw. Arcus-cosinus-Funktion

kann aus den Spannungen auf den Drehwinkel P geschlossen werden.

Eine alternative Ausführungsform eines Winkelgebers ist in Figur 6 veranschaulicht. Dieser arbeitet optisch und weist eine erste ruhende Scheibe 23 und eine zweite, mit der Welle 13 verbundene, Scheibe 24 auf. Beide Scheiben sind jeweils mit einem Muster in Radialrichtung orientierter Striche 25, 26 versehen. Diese bilden ein Hell-Dunkel-Muster. Die zwischen den Strichen 25 bzw. 26 vorhandenen Zwischenräume sind vorzugsweise durchsichtig. Bei einer bevorzugten Ausführungsform stimmen die Breite von Strichen und dazwischen liegenden Lücken etwa überein. Die Striche 25, 26 können auch geringfügig breiter als die Lücken sein. Sie stimmen außerdem in ihrer Anzahl miteinander überein. Soll der Winkelgeber nicht nur die Drehzahl sondern auch die Drehrichtung erfassen, unterscheiden sie sich in ihrer Anzahl vorzugsweise um Eins.

Zur Schrittzählung ist eine Lichtquelle 27, beispielsweise in Form einer Leuchtdiode vorgesehen, die auf einer Seite der Scheiben 23, 24 angeordnet ist. An der gegenüber liegenden anderen Seite ist ein photoempfindliches Element 28, beispielsweise ein Photowiderstand, ein Phototransistor oder dergleichen, vorgesehen. Soll die Drehrichtung erfasst werden, sind ein oder zwei weitere derartige Lichtschranken vorgesehen, die das Scheibenpaar an anderer Stelle durchleuchten.

Figur 8 veranschaulicht eine weitere abgewandelte Ausführungsform eines Winkelgebers mit einem drehbaren Permanentmagneten M und vier im Feld desselben angeordneten Hallsensoren 21a, 21b, 22a, 22b. Diese sind beispielsweise als Brücke zusammen geschaltet. Derartige Winkelgeber sind

beispielsweise in einigen bürstenlosen Elektromotoren ohne-  
hin verbaut, um elektronische Schalter zu steuern, die der  
Ansteuerung der Motorwicklung dienen. Wenn ein solcher Win-  
kelgeber 17 durch Auswertung der an den Hallsensoren 21a,  
5 21b, 22a, 22b auftretenden Spannungen die Auflösung einer  
Umdrehung in eine Schrittzahl  $s$  gestattet, die gleich oder  
größer ist als die durch die oben diskutierten Bedingungen  
festgelegte Schrittzahl, kann dieser motorinterne Winkel-  
geber als Positionsgeber für die angeschlossene Regel-  
10 schleife dienen. Der bürstenlose Gleichstrommotor wird so-  
mit zu einem virtuellen Schrittmotor, der, allerdings an-  
ders als bekannte Schrittmotoren, dann keine Schrittfehler  
macht und zwar auch dann nicht, wenn keine speziellen Rück-  
sichten auf Drehzahländerungen genommen werden. Ein solcher  
15 virtueller Schrittmotor kann ohne Einhaltung besonderer  
Hochfahrregime bzw. Herunterfahrregime im Start/Stopp-Be-  
trieb betrieben werden.

Die von dem Resolver gemäß Figur 4 oder dem optischen  
20 Sensor gemäß Figur 6 abgegebenen Signale werden als Istpo-  
sitionssignal einer Regelschleife 29 zugeführt (Figur 1).  
Zu dieser gehört ein Vergleicher 31, der die Istpositions-  
signale des Winkelgebers 17 mit Sollpositionssignalen einer  
Vorgabeeinheit 32 vergleicht. Jede vorhandene Abweichung  
25 zwischen dem Sollpositionssignal und dem Istpositionssignal  
wird als Winkelfehlersignal über einen Zweig 33 an eine  
Regelschaltung 34 weiter gegeben, die den Elektromotor 14  
entsprechend ansteuert, um das Sollpositionssignal und das  
Istpositionssignal in Übereinstimmung zu bringen.

30

Optional können die Istpositionssignale aller Faden-  
liefergeräte 1 bis 3 über entsprechende Leitungen 35 zu der  
Steuereinrichtung 4 geleitet werden. Die Leitungen 35 kön-  
nen dabei die Signale der Winkelgeber 17 unmittelbar wei-

terleiten, indem sie die Winkelgeber 17 mit der Steuereinrichtung 4 verbinden. Es ist auch möglich, die Leitungen 35 als Datenbus auszulegen, der über entsprechende Schnittstellen an die Winkelgeber 17 angeschlossen ist. Es sind  
5 alle vorhandenen Datenbusse, auch Eindrahtbus inbegriffen.

Die Steuereinrichtung 4 gibt über eine Leitung 36 Steuerimpulse an die Vorgabeeinheit 32. Die parallel zu betreibenden Fadenliefergeräte 1, 2, 3 können insoweit parallel angesteuert werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel gibt die Steuereinheit 4 Einzelimpulse ab, wobei jeder Einzelimpuls der Drehung des Elektromotors 14 um einen Schritt der Winkelauflösung des Winkelgebers 17 entspricht. Ist der Winkelgeber 17 beispielsweise nach Figur 4 aufgebaut und enthält er eine an die Statorspulen 21, 22 angeschlossene Auswerteschaltung, die die von den Statorspulen 21, 22 abgeleiteten Signale in ein den Drehwinkel eindeutig kennzeichnendes Signal analoger oder digitaler Natur umsetzt, ist auch die Vorgabeeinheit 32 entsprechend ausgebildet. Sie weist dann beispielsweise einen Zähler auf, der  
10 jeweils von Null bis zur Maximalschrittzahl des Winkelgebers 17 zählt, um dann wieder von Neuem zu beginnen. Aus den über die Leitung 36 gelieferten Einzelschrittimpulsen wird somit ein analoges oder digitales treppenförmiges Signal entsprechender Stufenzahl. Sobald über die Leitung 36  
15 Impulse geliefert werden dreht der Elektromotor 14. Kommen keine Impulse steht er. Insoweit verhalten sich die Elektromotoren 14 von außen gesehen wie Schrittmotoren, die für jeden über die Leitung 36 gelieferten Impuls einen Winkelschritt ausführen. In Folge der internen Positionsregelung unterliegen sie jedoch keinen Schrittfehlern, so dass sie anders als gewöhnliche Schrittmotoren problemlos gestartet und gestoppt werden können.  
20  
25  
30

Die insoweit gelieferten Fadenliefergeräte 1 bis 3 arbeiten wie folgt:

Es wird davon ausgegangen, dass die Fadenliefergeräte 1 bis 3 an einer Strickmaschine vorgesehen sind, die beispielsweise als Jacquardstrickmaschine oder als Strickmaschine mit Ringelapparat ausgebildet ist. Jedes Fadenliefergerät 1, 2, 3 beliefert eine Strickstelle mit einem jeweiligen Faden 9. Sollen die betreffenden Strickstellen mit Faden beliefert werden, liefert die Steuereinrichtung 4 Impulse an die entsprechenden Vorgabeeinheiten 32, woraufhin die Fadenlieferräder 5 entsprechend drehen. Sie folgen dabei dem Vorgabesignal winkeltreu, wobei vorhandene Winkelabweichungen bezogen auf den Umfang des Fadenlieferrads kleiner als 1 mm, vorzugsweise aber kleiner als 0,6 mm, sind. Dies ergibt sich aus der Bedingung, dass das Verhältnis  $s/d$  größer als drei, vorzugsweise größer als fünf pro Millimeter ist. Damit wird erreicht, dass etwaige Winkelfehler unter sonstige Fehlereinflüsse sinken. Zu solchen Fehlereinflüssen kann insbesondere auch die Gleitbewegung des Wickels 11 auf dem Fadenlieferrad 5 gehören. Der Wickel 11 wird, so lange das Fadenlieferrad 5 dreht, durch den zulaufenden Faden 9 fortwährend axial nach unten in Richtung des ablaufenden Fadens verschoben. Durch die vorhandene Axialgleitbewegung kommt es naturgemäß auch zu einem gewissen Schlupf des Wickels 11 in Umfangsrichtung. Dies bedeutet, dass es zu einem gewissen Schlupf des Fadens auf dem Fadenlieferrad 5 kommt. Es wird bevorzugt, wenn der Quotient aus dem Umfang des Fadenlieferrads und der Winkelauflösung  $s$  kleiner als dieser Schlupf, z.B. kleiner als 1 mm vorzugsweise kleiner als 0,6 mm ist. Eine mit solchen Fadenliefergeräten 1 bis 3 ausgerüstete Strickmaschine kann aus dem Stand angefahren und wieder abgestellt und wieder

angefahren werden, ohne Standreihen, d.h. Maschenreihen mit veränderter Größe zu erzeugen.

Durch gezieltes Liefern von Impulsen über die Leitung  
5 36 kann die Liefergeschwindigkeit der Fäden 9 erhöht, vermindert oder auf Null gesetzt werden. Es ist somit positive Fadenlieferung an Jacquardstrickmaschinen möglich.

In Erweiterung der bislang beschriebenen Ausführungs-  
10 form können die Fadenliefergeräte 1 bis 3 mit Fadenspannungssensoren 37 versehen sein, die die Spannung des ablaufenden Fadens überwachen. Die Spannungssensoren können beispielsweise mit der Vorgabeeinheit 32 verbunden sein, um die Fadenvorgabe zu beeinflussen. Ansonsten gilt die vor-  
15 stehende Beschreibung entsprechend. Es werden gleiche Bezugszeichen zugrunde gelegt. Bei dieser Ausführungsform gelingt es, die Fadenliefergeräte 1, 2, 3 bedarfsweise auch in einer spannungsgeregelten Betriebsart zu fahren. Beispielsweise wird über die Leitung 36 ein Fadenspannungssignal geliefert. Die Vorgabeeinheit 32 vergleicht diese  
20 Spannung mit der über den Fadenspannungssensor 37 erfassten Istspannung und erzeugt daraus ein entsprechendes Sollpositionssignal. Dieses wird wiederum von der Regelschleife 29 in Drehungen des Fadenlieferrads 5 umgesetzt.

25

Ein solches Fadenliefergerät 1 bis 3 kann alternativ als Positivfournisseur oder als spannungsgeführter Fournisseur arbeiten, d.h. Faden mit konstanter Lieferrate oder mit konstanter Fadenmenge liefern.

30

Figur 7 veranschaulicht eine Ergänzung für das Fadenliefergerät 1 bis 3 nach Figur 2. Es sind hier die Vorgabeeinheit 32 und die Regelschaltung 34 zu einem Positionsregler 38 zusammengefasst. Dieser erhält an einem Eingang



39 ein Spannungsvorgabesignal. Von dem Fadenspannungssensor 37 erhält er ein Istspannungssignal. Der Winkelgeber 17 liefert an einem weiteren Eingang ein Istpositionssignal. Das das Fadenlieferrad 5 antreibende und beschleunigende 5 Moment wird anhand eines Stromfühlers 41 erfasst und an einem Eingang 42 des Spannungsreglers 38 rückgemeldet. Der Spannungsregler 38 erhält somit Signale über die Geschwindigkeit des laufenden Fadens, das auf den Anker des Motors einwirkende beschleunigende oder bremsende Drehmoment, und 10 die Fadenspannung. Er ist als PD-Regler ausgebildet. Aus der Fadengeschwindigkeit, der Fadenspannung und dem Motorstrom wird ein Fehlersignal gebildet, das dem PD-Regler als Störgröße aufgeschaltet wird. Es wird somit ein robuster Regler geschaffen, dessen Regelabweichung für nahezu alle 15 vorkommenden Garne, unabhängig von deren Elastizität, gering ist und der Änderungen des Vorgabesignals an den Eingang 39 sehr schnell folgt.

Figur 3 veranschaulicht eine auf der Ausführungsform 20 gemäß Figur 1 beruhende Fortbildung der Fadenliefergeräte 1 bis 3. Es wird zunächst auf die Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 einschließlich Figur 4 bis 6 entsprechend verwiesen. Ergänzend gilt folgendes:

25 Die Regelschaltung 34 weist einen zusätzlichen Steuereingang auf, an dem sie als Regelschaltung deaktivierbar und in eine Schleppbetriebsart überführbar ist. Dieser Steuereingang ist über Leitungen 43 oder einen entsprechenden Bus mit der Steuereinrichtung 4 verbunden. So- 30 bald die Regelschaltung 34 über die Leitungen 43 ein entsprechendes Signal erhält geht sie in eine Schleppbetriebsart. In dieser wird der Elektromotor 14 mit einem geringen Strom beaufschlagt, der zumindest ausreicht, etwaige Rastmomente des Elektromotors 14 zu überwinden. Dieser ist dann

aus Sicht des Fadenlieferrads 5 „unsichtbar“, d.h. er behindert eine Drehung des Fadenlieferrads 5 in Folge von Zug an dem Faden 9 nicht. Dies entspricht einer virtuellen Abkupplung des Elektromotors 14 von dem Fadenlieferrad 5. In diesem Zustand können sich die einzelnen Fadenverbrauchsstellen (Stricksysteme) Faden selbst holen, ohne durch die Elektromotoren 14 daran gehindert zu sein. Über die Leitungen 35 registriert die Steuereinrichtung 4 die gehaltenen Fadenmengen. Aus den erfassten Werten kann ein Vorgabewert bestimmt werden, der bei späterem Positivbetrieb über die Leitung 36 in Form von entsprechenden Ansteuerimpulsen geliefert wird.

In der Schleppbetriebsart kann auch ein geringfügig antreibendes Drehmoment erzeugt werden, um es den Strickstellen zu erleichtern, Faden zu holen. Das Moment bzw. die Ansteuerströme der Elektromotoren 14 sind jedoch so gering, dass keine eigenständige Fadenförderung in Folge von Bestromung der Elektromotoren 14 auftritt.

Auch bei der Erfassung der von den Strickstellen gehaltenen Fadenmengen wirken sich die hohen Auflösungen der Winkelgeber 17, die zusätzlich zu etwaigen an den Elektromotoren vorhandenen Gebern, wie beispielsweise Hallgebern, vorhanden sind, positiv aus. Hinsichtlich der Messung des natürlichen Fadenverbrauchs in der Schleppbetriebsart lässt sich eine völlige Rastmomentfreiheit herstellen, was mit herkömmlichen Schrittmotoren kaum möglich ist.

Ein Fadenliefergerät ist mit einem motorgetriebenen Fadenlieferrad versehen, wobei die Drehposition des Fadenlieferrads durch einen Winkelgeber mit hoher Präzision erfasst wird. Der Winkelgeber hat zumindest eine Auflösung  $s$ , die größer ist als der Umfang des Fadenlieferrads 5 gemes-

sen in Millimetern. Vorzugsweise ist die Auflösung  $s$  größer als der fünffache (vorzugsweise der 5,24-fache) Wert des Durchmessers einer Windung des Fadenlieferrads. Das Fadenlieferrad ist vorzugsweise von mehreren (drei bis zwanzig)  
5 Windungen umschlungen.

Bezugszeichenliste:

	1, 2, 3	Fadenliefergeräte
	4	Steuereinrichtung
5	5	Fadenlieferrad
	6, 7	Rand
	8	Rippen
	9	Faden
	11	Wickel
10	12	Windungen
	13	Welle
	14	Elektromotor
	15	Zuleitung
	16	Ende
15	17	Winkelgeber
	18	Ankerspule
	19	Speisespule
	21, 22	Statorspulen
	21a, 21b, 22a, 22b	Hallsensoren
20	23, 24	Scheiben
	25, 26	Striche
	27	Lichtquelle
	28	Element
	29	Regelschleife
25	31	Vergleicher
	32	Vorgabeeinheit
	33	Zweig
	34	Regelschaltung
	35	Leitungen
30	36	Leitung
	37	Fadenspannungssensoren
	38	Spannungsregler
	39	Eingang
	41	Stromfühler

	42	Eingang
	43	Leitungen
	P	Drehwinkel
5	d	Durchmesser
	s	Schrittzahl
	M	Permanentmagneten
	$U_1, U_2$	Spannung

Patentansprüche:

1. Fadenliefergerät (1), insbesondere für Strickmaschinen,  
5 mit einem Fadenlieferrad (5), das von dem zu liefernden Faden (9) in wenigstens einer Windung (12) umschlungen ist, um den Faden (9) zu fördern,  
10 mit einem Elektromotor (14), der eine Welle (13) aufweist, die mit dem Fadenlieferrad (5) drehfest verbunden ist,  
15 mit einem Winkelgeber (17) zur Erfassung der Drehposition des Fadenlieferrads (5), wobei der Winkelgeber (17) eine Winkelauflösung (s) aufweist, die zumindest so groß ist, dass das Verhältnis (s/d) zwischen der Winkelauflösung (s) und dem Durchmesser (d) des Fadenlieferrads (5) größer als  $3 \text{ mm}^{-1}$  ist.  
20
2. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelgeber (17) mit der Welle (13) verbunden ist.
- 25 3. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (13) eine durch den Elektromotor (14) durchgehende Welle ist, an deren einem Ende das Fadenlieferrad (5) und an deren anderem Ende (16) der Winkelgeber (17) befestigt sind.  
30
4. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelgeber (17) ein inkrementaler Geber ist.

5. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelgeber (17) ein Encoder ist.
- 5 6. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelgeber (17) ein optischer Stufensensor ist.
- 10 7. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelgeber (17) eine Winkelauflösung (s) aufweist, die zumindest so groß ist, dass das Verhältnis (s/d) zwischen der Winkelauflösung (s) und dem Durchmesser (d) des Fadenlieferrads größer als  $5 \text{ mm}^{-1}$  ist.
- 15 8. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelgeber (17) an einen Istwert-Eingang einer Regelschleife (29) angeschlossen ist.
- 20 9. Fadenliefergerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschleife (29) einen Sollwert-Eingang aufweist, der zum Empfang externer Soll-Positionssignale eingerichtet ist.
- 25 10. Fadenliefergerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschleife (29) ein PD-Regler ist.
- 30 11. Fadenliefergerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschleife (29) ein Spannungsregler (38) mit einer Einrichtung zur Störgrößenaufschaltung verbunden ist.
12. Fadenliefergerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschleife (29) mit einem Fa-

denspannungssensor (37) zur Erfassung der Fadenspannung verbunden ist.

- 5 13. Fadenliefergerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass an den Fadenspannungssensor (37) eine Vergleicherschaltung (32) angeschlossen ist, die die erfasste Fadenspannung mit einer Sollfadenspannung vergleicht und aus dem Vergleich ein Soll-Positionssignal ermittelt.
- 10 14. Fadenliefergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (14) an eine Ansteuerschaltung (34) angeschlossen ist, die für eine Schleppbetriebsart eingerichtet ist, in der die Bestromung des Elektromotors (14) ein zur eigenständigen Fadenförderung nicht ausreichendes Drehmoment bewirkt.
- 15 15. Fadenliefergerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerschaltung (34) vorgesehen ist, die die Drehung des Elektromotors (14) in der Schleppbetriebsart mittels des Winkelgebers (17) registriert.
- 20 16. Fadenliefergerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass aus der registrierten Drehung eine Vorgabe für die Positivlieferbetriebsart gewonnen wird.
- 25 17. Fadenliefergerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorgabe aus den registrierten Drehungen mehrerer Fadenliefergeräte (1, 2, 3) gewonnen wird.
- 30



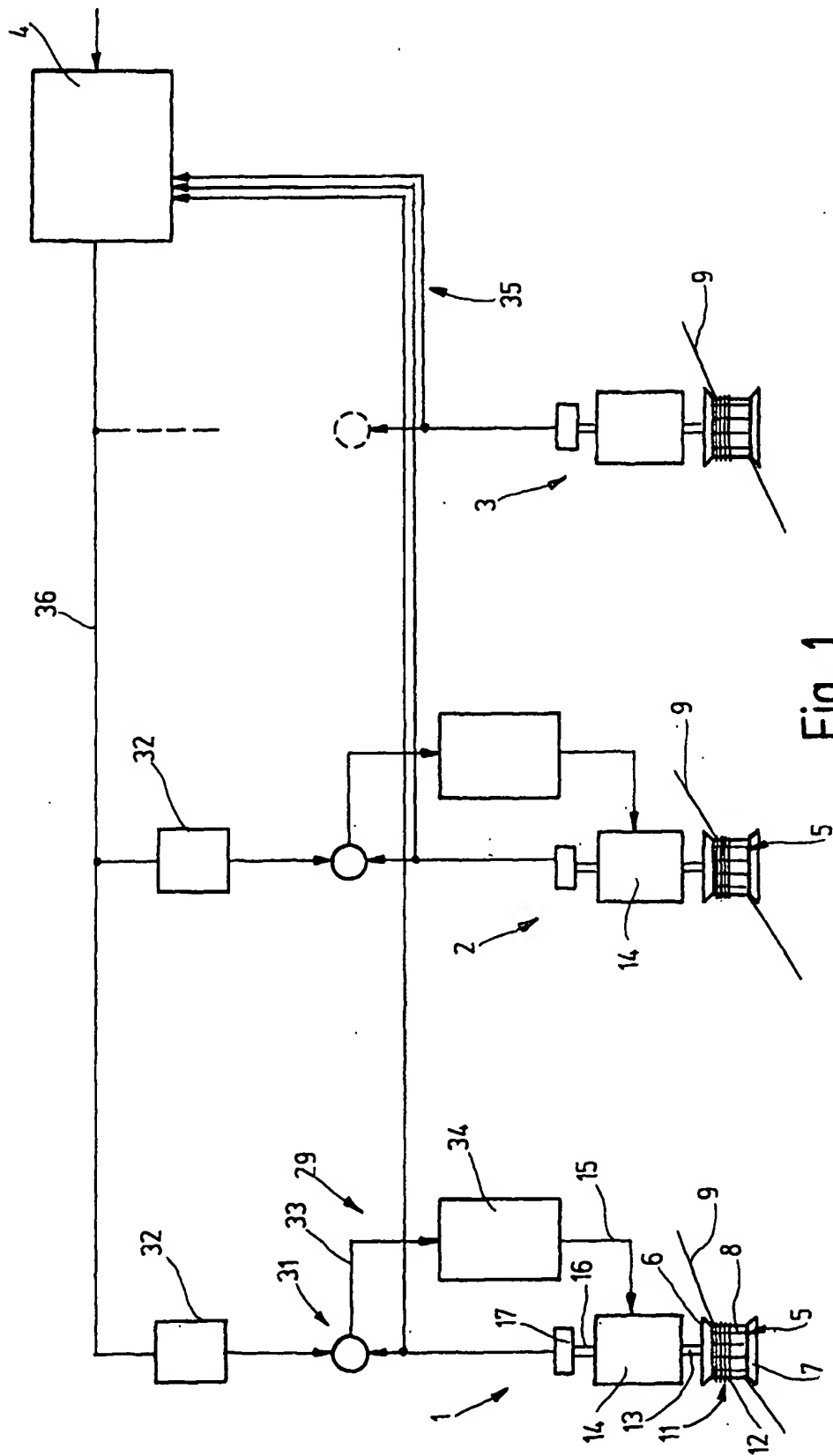


Fig. 1

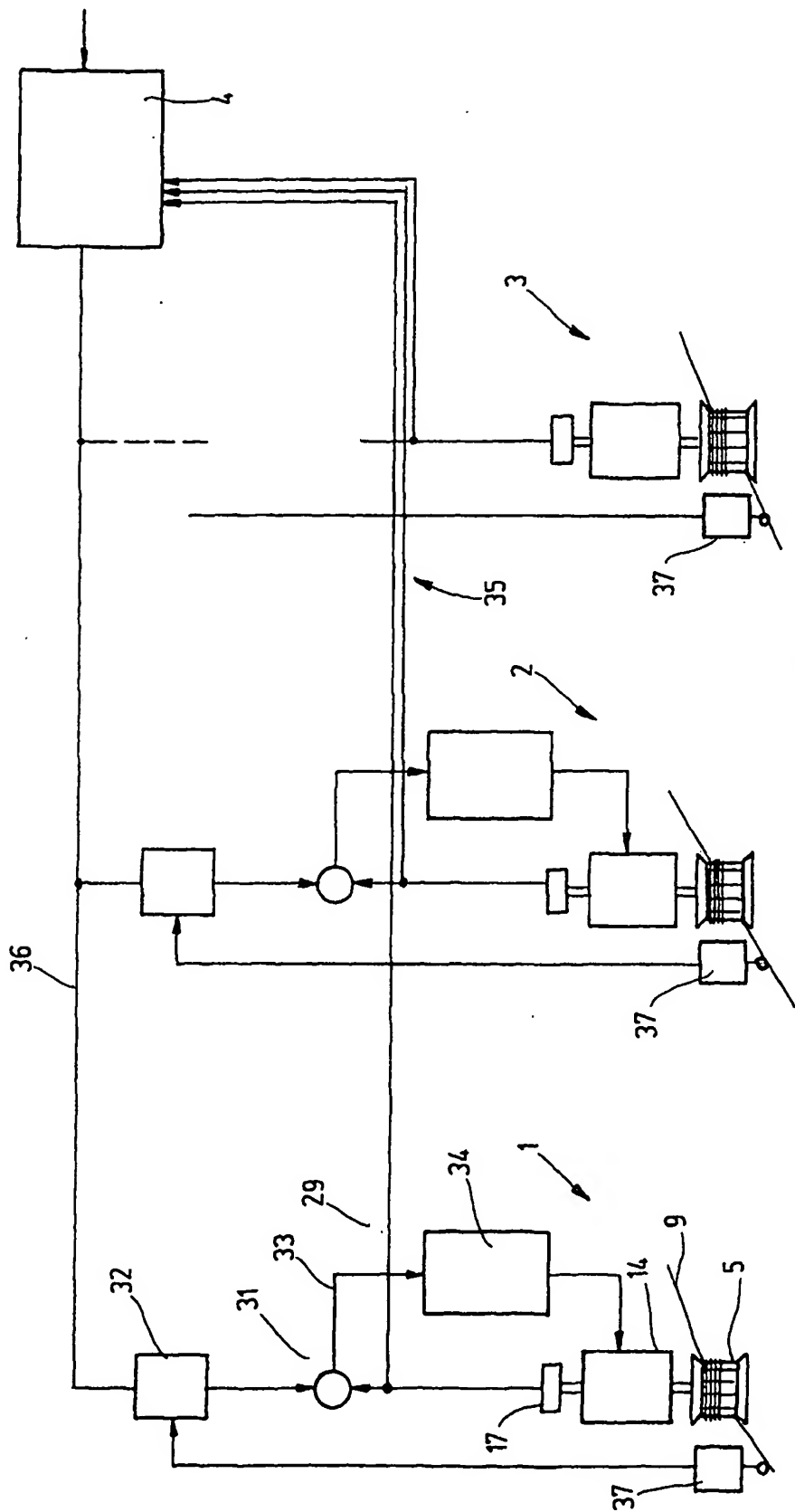


Fig. 2

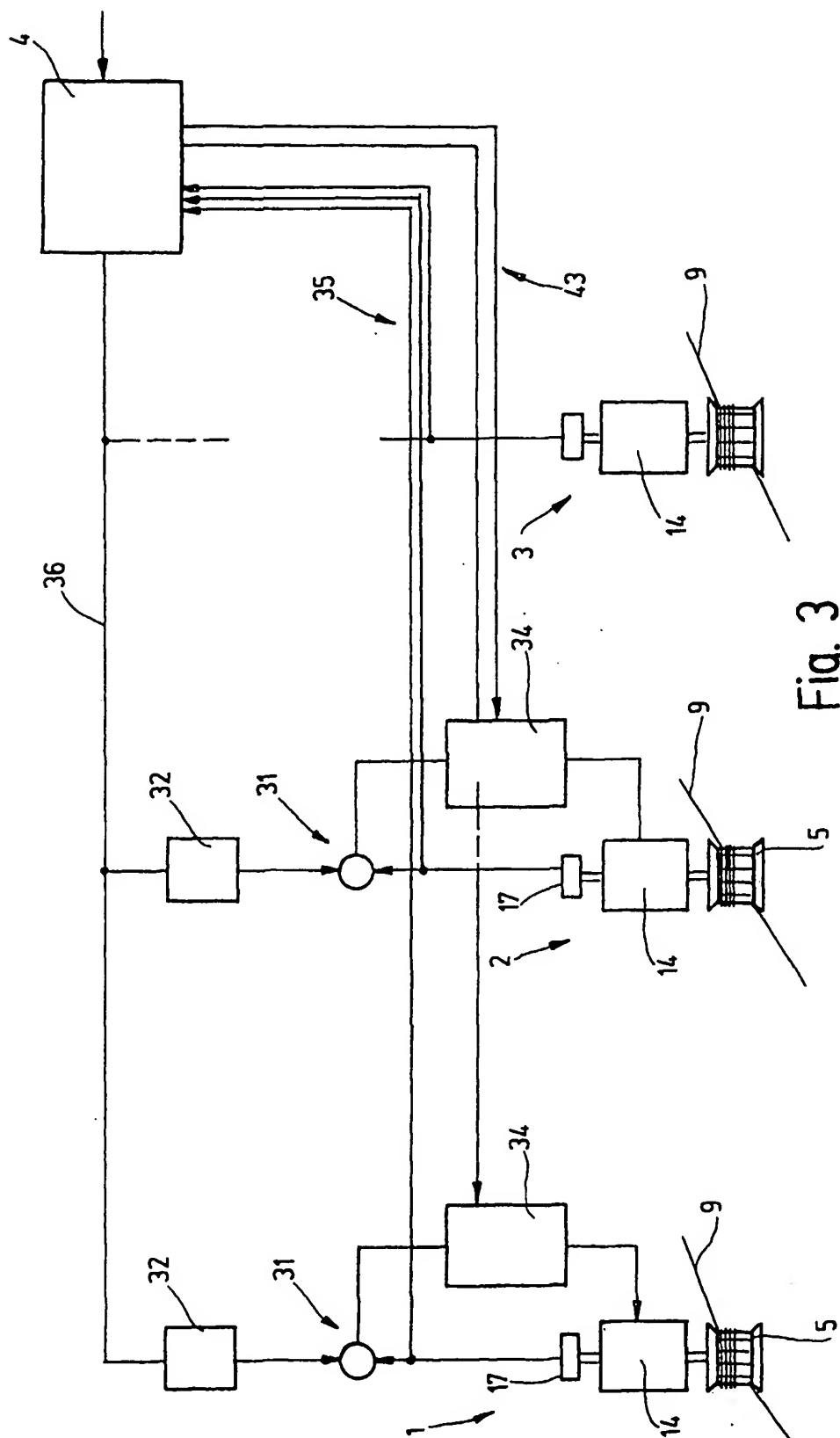


Fig. 3

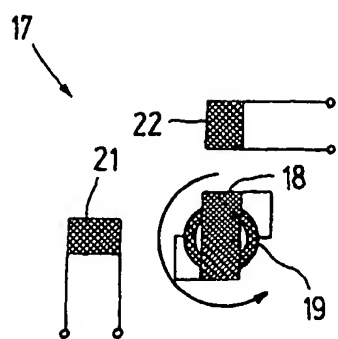


Fig. 4

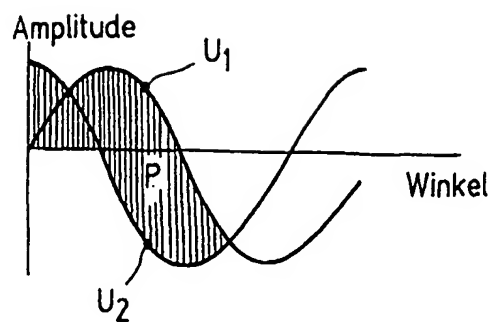


Fig. 5

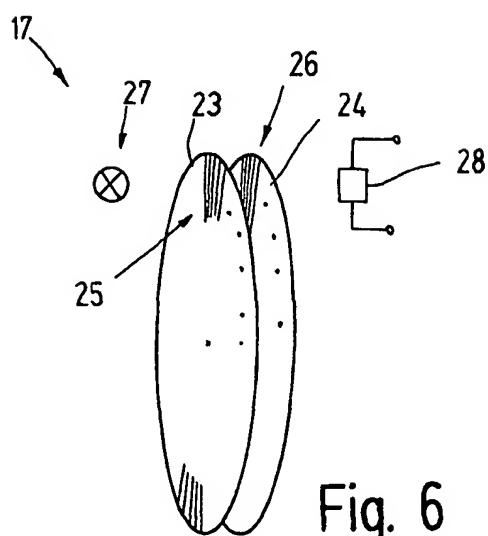


Fig. 6

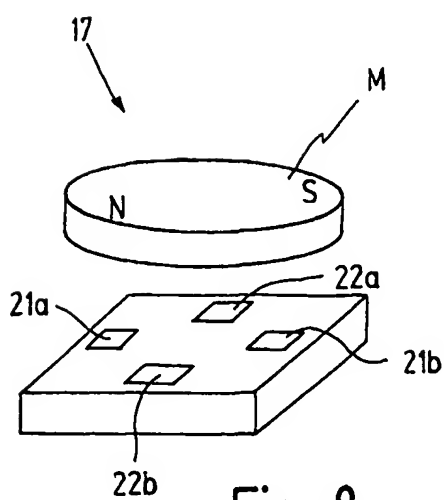


Fig. 8

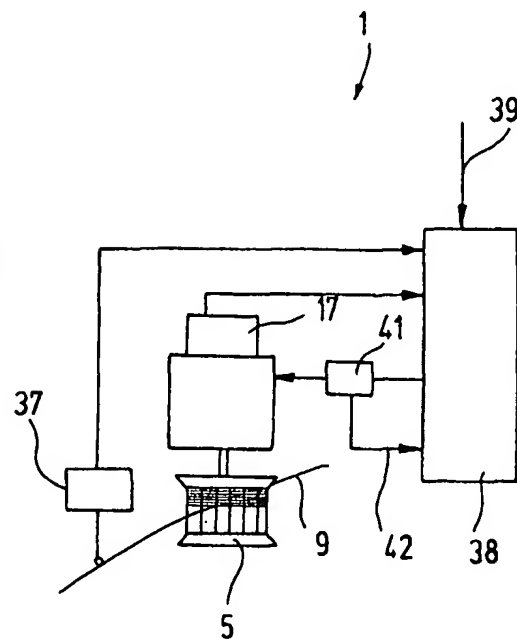


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/000736

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 D04B15/48		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 D04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/031708 A (ORIZIO PAOLO S.P.A; ONEDA, FILIPPO) 17 April 2003 (2003-04-17) page 6, line 1 - page 10, line 24; claims 4,6; figure 3	1-5,8-11
A	US 5 912 541 A (BIGLER ET AL) 15 June 1999 (1999-06-15) column 4, line 62 - column 5, line 11; figure 3 column 6, lines 12-26 column 3, lines 50-59; figures 2A,2B	1,6
A	DE 102 34 545 A1 (MEMMINGER-IRO GMBH) 19 February 2004 (2004-02-19) column 6, line 1 - column 10, line 9; claims 1,13; figures 1,3	1,8, 12-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 8 June 2005		Date of mailing of the international search report 17/06/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Sterle, D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000736

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03031708	A	17-04-2003	IT MI20012063 A1	07-04-2003
			WO 03031708 A1	17-04-2003
			EP 1432858 A1	30-06-2004
			US 2004237600 A1	02-12-2004
US 5912541	A	15-06-1999	NONE	
DE 10234545	A1	19-02-2004	AU 2003246539 A1	03-03-2004
			WO 2004016843 A1	26-02-2004
			EP 1525344 A1	27-04-2005